

①٩ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①١ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 758 037

②١ N° d'enregistrement national : 97 16624

⑤١ Int Cl^٦ : H 04 L 12/66, H 04 L 12/56, H 04 B 10/12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

①٢

②٢ Date de dépôt : 29.12.97.
③٠ Priorité : 30.12.96 US 778203.

④٣ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 03.07.98 Bulletin 98/27.
⑤٦ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*
⑥٠ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦١ Demandeur(s) : HYUNDAI ELECTRONICS AMERICA
— US.

⑦٢ Inventeur(s) : WILLS JEFFREY MERLIN.

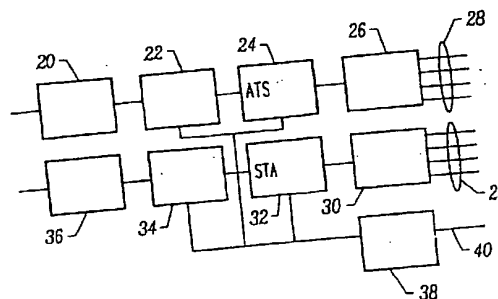
⑦٣ Titulaire(s) : .

⑦٤ Mandataire : CABINET SIMONNOT.

⑤٤ UNITÉ D'INTERFACE DE LIGNE POUR RESEAU DE COMMUNICATIONS.

⑤٧ L'invention concerne une unité d'interface de ligne.
Elle se rapporte à une unité destinée à former une inter-
face pour un premier courant de données à un premier for-
mat et à une première fréquence porteuse transmis à plu-
sieurs voies d'un tissu de commutation à un second format
et à une seconde fréquence porteuse. Elle comprend un
premier convertisseur (24) de format, un premier conver-
tisseur de commutation, un répartiteur destiné à recevoir les
paquets de données du convertisseur de commutation et à
les acheminer en fonction d'un identificateur de connexion
contenu dans l'en-tête de format de commutation, un or-
gane (30) de commande de séquence, un second conver-
tisseur de commutation, et un second convertisseur de for-
mat.

Application aux réseaux à transfert asynchrone.



FR 2 758 037 - A1



La présente invention concerne de façon générale la technologie des communications et, plus précisément, elle concerne l'interface entre un réseau à large bande et un tissu de réseau à plus faible largeur de bande. Dans un exemple d'application, un réseau optique synchrone ("SONET")
5 forme une interface avec un tissu de réseau à mode de transfert asynchrone ("ATM").

L'industrie des communications croît rapidement dans le domaine des technologies des réseaux pour assurer une
10 transmission sur une large bande des signaux vocaux, vidéo et de données. Deux de ces technologies sont la technologie "SONET" qui est un système à porteuse synchrone à grande vitesse mettant en oeuvre la technologie des fibres optiques, et la technologie "ATM" qui porte sur un réseau de
15 commutation et de multiplexage à faible retard et grande vitesse. La technologie SONET est destinée à donner une vitesse élevée et une capacité élevée et convient aux grands réseaux publics alors que la technologie ATM s'applique à un
20 réseau numérique à intégration de services à large bande (BISDM) destiné à assurer les opérations de convergence, de multiplexage et de commutation.

La figure 1A représente une architecture de commutation qui comporte des unités d'interface de ligne 2 (LIM), un tissu 4 de commutation et un organe 6 de commande. Le trajet
25 des données des cellules qui circulent dans un réseau ATM comprend l'entrée dans le circuit d'interface de ligne, le passage dans le tissu puis la sortie par une autre interface de ligne.

Les cellules sont retirées du courant sortant et transmises à l'organe de commande pour les fonctions de
30 signalisation et de gestion. L'organe de commande peut aussi transmettre des cellules par le réseau par transmission des cellules à une unité LIM. Les cellules sont alors transmises par le tissu et elles sortent finalement par une interface
35 de ligne de sortie. La transmission de la commande dans le tissu avant l'entrée dans l'organe de commande ou la sortie du commutateur permet à de multiples organes de commande de

contrôler chacun un petit nombre de circuits d'interface de ligne par un message de commande d'appel et de gestion de réseau transmis à un processeur centralisé lorsque l'architecture est étendue à un plus grand nombre de voies.

5 La figure 1B est un diagramme synoptique d'un circuit d'interface de ligne qui permet toutes les fonctions par ligne et par connexion, y compris une terminaison de liaison à couche physique F1, la transformation des informations d'en-tête ATM en étiquette de routage destinée à être
10 utilisée dans le tissu 4, la police de circulation F2 et le découplage de la fréquence des cellules (insertion et suppression des cellules non affectées). L'interface mesure aussi les pertes de cellules, les cellules marquées, les cellules transmises et le nombre de cellules abandonnées à
15 chaque connexion. L'organe de commande F3 assure la configuration et le contrôle du circuit d'interface de ligne et des composants du tissu, et donne aussi toutes les fonctions de commande d'accès d'appel y compris l'établissement d'appel, la maintenance et la séparation. Il traite les
20 informations mesurées par le circuit d'interface de ligne pour conserver les statistiques de connexions et de liaisons pour la gestion du réseau.

La figure 2 représente l'information de connexion dans l'en-tête ATM G1 et l'en-tête de cellule de commutation G4
25 utilisés intérieurement dans le commutateur lui-même. Un en-tête ATM G1 contient un identificateur de trajet virtuel (VPI) et un identificateur de circuit virtuel (VCI) qui désignent ensemble de façon originale une connexion unique entre deux entités qui communiquent. D'autres informations,
30 y compris des champs de type de la charge payante G2 et de commande d'erreur d'en-tête HEC, sont incorporées par le réseau lors du transport des cellules.

L'en-tête de commutation contient un identificateur de connexion CONNID destiné à désigner la connexion. Une partie
35 de l'identificateur de connexion peut être remplacée par un numéro de séquence comme décrit plus loin dans le présent mémoire. En outre, l'en-tête de commutation contient des

informations de routage G3 afin que la cellule puisse être acheminée dans le tissu 4 de commutation représenté sur la figure 1A.

5 Le bloc F2 de traduction d'adresse ATM et de police de fréquence-conformation (voir figure 1B) transforme les cellules entre les deux formats par relevé de chaque dessin de bits formé par une combinaison des champs VPI et VCI dans l'en-tête ATM, pour un identificateur spécifique de connexion CONNID dans l'en-tête interne de commutation.

10 En conséquence, les cellules qui entrent dans le commutateur subissent la suppression de l'en-tête ATM et son remplacement par un en-tête de commutation déterminé par combinaison des champs VPI et VCI de l'en-tête ATM avant la charge payante G5. Après que les cellules ont été acheminées
15 dans le tissu de commutation, l'en-tête de commutation est remplacé par un en-tête ATM ayant les champs VPI et VCI établis d'après la valeur de l'identificateur de connexion.

La figure 3 représente le tissu de commutation qui achemine les cellules aux sorties convenables et effectue le
20 traitement, statiquement au niveau des files, relatif à la congestion, au nombre de périodes de cellules pendant lesquelles une contre-pression est appliquée, et à la perte des cellules. Le tissu est un réseau d'interconnexion de Benes à circuit tampon à seize voies ayant des éléments de
25 routage à 4 x 4 commutateurs. Dans le routage des cellules, lorsque chaque cellule circule dans chaque élément individuel de routage de commutateur (SRE) de l'entrée vers la sortie, l'élément SRE l'achemine à la sortie ou aux sorties convenables, suivant les bits de l'étiquette de routage. La
30 voie de commande de tissu, qui est directement connectée au bus de commande, permet à l'organe de commande de programmer les éléments SRE et de lire leur état. L'horloge de base de tissu (FBCLK) établit la fréquence avec laquelle les données sont traitées par l'élément SRE et sont transférées d'un
35 élément SRE au suivant. L'opération détermine la fréquence interne de liaison du tissu.

Comme représenté sur la figure 4, l'élément de routage de commutation (SRE) est un élément de routage n'assurant aucun arrêt de type 4 x 4. Les cellules sont commandées par un signal d'horloge afin qu'elles pénètrent dans chaque circuit tampon de synchronisation H1 à une fréquence qui est transmise par l'émetteur. Les données provenant des quatre circuits tampons de synchronisation sont multiplexées par le bus de commutation H2. Les blocs de sélection de sortie H3 lisent l'étiquette de routage pour chaque cellule et acheminent l'étiquette vers les voies respectives de sortie lorsque le dessin correspond au dessin de bits de cette voie. Deux niveaux de priorité sont supportés par le bloc de sélection de sortie. Si son circuit tampon est rempli au-delà d'un seuil programmable, le bloc de sélection de sortie peut être programmé par le circuit d'interface de commande H5 pour la transmission d'un signal de débordement au bloc de commande de contre-pression. Les cellules sont simplement évacuées lorsque le circuit tampon du bloc de sélection de sortie déborde. Après réception d'un signal de contre-pression de l'extérieur de l'élément SRE, le bloc de sélection de sortie peut être programmé afin qu'il ignore le signal ou qu'il réduise la fréquence de transfert de données par cette voie. Après réception d'une indication de contre-pression, le bloc H4 de commande de contre-pression achemine les signaux vers un ou plusieurs circuits tampons de synchronisation qui synchronisent le signal sur le bloc de données entrant.

Chaque élément SRE est adressé individuellement et garde les statistiques relatives au nombre de cellules transmises par circuit tampon de sortie, le nombre de cellules marquées par l'index FCI par circuit tampon de sortie et l'état actuel de chaque circuit tampon de sortie. Chaque circuit tampon de sortie peut être programmé d'après le type du champ de routage (sélection ou multitâche) qu'il utilise et l'emplacement où se trouve le champ de routage utilisé pour le routage de la cellule à l'intérieur de l'étiquette de routage. Ce champ peut être lu par le

processeur de commande. L'élément SRE dans son ensemble peut être programmé afin qu'il sélectionne un mode de contre-pression et ce champ peut être lu par le processeur de commande.

5 La présente invention concerne un multiplexeur-multiplexeur inverse destiné à être utilisé dans une architecture de commutation comme décrit précédemment, dans laquelle des informations transmises à un réseau à grande
10 sont transférées par un tissu de commutation à plus faible vitesse. Plus précisément, le multiplexage inverse permet l'utilisation de commutateurs qui peuvent être optimisés pour les fréquences les plus courantes du trafic.

 Selon le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 5 065 396,
15 un courant de données à fréquence élevée est réparti entre plusieurs connexions de sortie dans lesquelles sont insérés périodiquement des signaux de synchronisation. A la destination, les signaux de synchronisation sont vérifiés et utilisés pour le multiplexage des signaux reçus dans le
20 courant unique de données. Cette solution ne traite que des courants continus de données, comme ceux qui existent dans les lignes T1 ou les liaisons SONET. En outre, cette solution nécessite le maintien à une valeur constante des retards de transit des sous-trajets. La solution proposée
25 permet une variation à la fois de la fréquence des données de multiplexage inverse et des retards du sous-trajet.

 Selon le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 5 317 561, les données entrantes sont réparties entre plusieurs tissus, les cellules individuelles étant marquées par des numéros de
30 séquence. A la sortie des tissus, les courants multiples sont mis sous forme de nouvelles séquences afin qu'ils produisent le signal de sortie. L'inconvénient principal de ce schéma est qu'il faut plusieurs tissus pour l'acheminement d'une seule voie, à la place de l'utilisation de
35 plusieurs voies d'un même tissu pour une connexion à plus grande fréquence. Un autre inconvénient est qu'un seul

courant de données à haute fréquence est réparti entre plusieurs voies.

Selon l'invention, une unité d'interface de ligne comprenant un multiplexeur-multiplexeur inverse est réalisée afin qu'elle fonctionne sur des courants de données asynchrones. La fréquence du courant initial de données peut varier, allant de zéro cellule par seconde pendant de longues périodes jusqu'à des salves de données à la fréquence maximale, avec des retards relatifs de transmission des multiples trajets à fréquence faible qui varient au cours du temps lors de la transmission des données. Le multiplexeur-multiplexeur inverse utilise plusieurs voies dans une seule matrice de commutation ou un seul tissu de commutation afin que le tissu puisse être utilisé aussi pour des connexions à plus faible fréquence. En outre, de multiples connexions peuvent avoir des destinations différentes, par multiplexage sur la même voie d'entrée. Si plusieurs connexions subissent un multiplexage inverse, la fréquence de chaque connexion peut varier au cours du temps.

Dans un exemple de réalisation selon l'invention, une unité d'interface est destinée à un réseau SONET ayant des trames de porteuse optique OC-48c sur une porteuse à 2,488 Gb/s et un tissu de commutation ATM ayant des voies travaillant à 622 Mb/s (OC-12c). Dans ce mode de réalisation, un émetteur-récepteur optique transforme le signal optique OC-48c en signaux électriques qui sont appliqués à un convertisseur du courant de trames SONET en un courant de cellules ATM. Les en-têtes des cellules ATM sont alors transformés en en-têtes au format de commutation. Le trafic ATM peut être réparti en multiples priorités afin que le trafic critique permette la conservation de la qualité de service (QoS).

Un répartiteur reçoit le trafic ATM et vérifie un identificateur de connexion dans chaque en-tête de commutation. Si une cellule provient d'une connexion qui est répartie entre plusieurs trajets, le répartiteur place un numéro de séquence (pour cette connexion) dans l'identificateur de

connexion et achemine la cellule à la voie du tissu en fonction des deux bits inférieurs du numéro de séquence. Si une cellule ne provient pas d'une connexion répartie, elle est simplement acheminée à la voie du tissu qui correspond aux deux bits inférieurs d'identificateur de connexion. Si la contre-pression est appliquée à l'unité LIM par l'une des voies du tissu, le répartiteur arrête la circulation des cellules dans toutes les voies du tissu pour réduire au minimum les retards relatifs dans les trajets utilisés pour les connexions réparties.

Un organe de commande de séquence est incorporé pour la vérification de l'identificateur de connexion incorporé à l'en-tête de commutation. Si une cellule provient d'une connexion qui est répartie sur plusieurs trajets, elle est acheminée vers un circuit de rétablissement de séquence. Dans le cas contraire, la cellule est directement transmise à la sortie. Le circuit de rétablissement de séquence utilise les numéros de séquence de l'en-tête de commutation pour regrouper les cellules des voies du tissu afin qu'elles quittent dans l'ordre dans lequel les numéros de séquence leur ont été affectés.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1A est un diagramme synoptique de la partie matérielle d'un commutateur qui met en oeuvre l'invention ;

la figure 1B est un diagramme synoptique d'un module d'interface de ligne ou unité de la figure 1A ;

la figure 2 représente un en-tête de cellule ATM et un en-tête de cellule de commutation utilisés dans le module d'interface de ligne et de commutation des figures 1A, 1B ;

la figure 3 est un diagramme synoptique d'un tissu de commutation de la figure 1 ;

la figure 4 représente l'architecture des éléments de commutation ;

la figure 5 représente un multiplexeur-multiplexeur inverse d'interface dans un mode de réalisation de l'invention ;

la figure 6 est un diagramme synoptique du multiplexeur-multiplexeur inverse d'un mode de réalisation de l'invention ;

la figure 7 est un diagramme synoptique d'un circuit répartiteur du multiplexeur-multiplexeur inverse de la figure 6 ;

la figure 8 est un diagramme synoptique d'un circuit de commande de séquence incorporé au multiplexeur-multiplexeur inverse de la figure 6 ; et

la figure 9 est un diagramme synoptique d'un organe de retenue de cellule et de commande de numéro de séquence du circuit de commande de séquence de la figure 8.

On se réfère maintenant aux dessins sur lesquels la figure 5 est un diagramme synoptique de l'interface formée entre un réseau optique (SONET OC-48c) ayant une fréquence porteuse de 2,488 Gb/s avec un tissu de commutation ATM ayant quatre voies travaillant à 622 Mb/s ou le quart de la fréquence de la porteuse SONET. Des liaisons à plus grande vitesse sont nécessaires pour les connexions entre un réseau ATM et des supraconducteurs, des serveurs de fichiers et d'ordinateurs et entre des commutateurs d'une ossature de réseau. Une interface de multiplexeur-multiplexeur inverse selon l'invention permet l'utilisation de commutateurs qui sont construits pour de plus faibles fréquences plus courantes de données dans des applications qui sont plus contraignantes. En conséquence, les commutateurs peuvent être utilisés pour la fréquence la plus courante du trafic.

La figure 6 est un diagramme synoptique du multiplexeur-multiplexeur inverse. Le signal entrant SONET OC-48c est transformé en signaux électriques par un émetteur-récepteur ou convertisseur optoélectronique 20. Le signal de sortie, qui est un courant de trames de synchronisation SONET STS-48c est transmis au circuit émetteur-récepteur SONET 22 qui synchronise la trame SONET et récupère les

cellules ATM. Les cellules ATM sont alors transmises au circuit 24 convertisseur des cellules ATM en éléments de commutation qui transforme les en-têtes ATM en en-têtes au format de commutation. Ces cellules sont alors transmises à
5 un bloc répartiteur 26 qui achemine les cellules par quatre voies de sortie 28 vers le tissu, chaque voie travaillant à 622 Mb/s.

Un circuit 30 de commande de séquence reçoit les cellules des voies 29 du tissu de commutation et les combine
10 en un seul courant sortant de cellules. Les cellules provenant des connexions qui ont été réparties sur plusieurs trajets du tissu sont regroupées de manière que les cellules se trouvent dans le même ordre à la sortie que lorsqu'elles sont arrivées sur le commutateur. Un convertisseur 32 du
15 format de commutation au format ATM transforme les en-têtes au format de commutation en cellules provenant de l'organe de commande de séquence en en-têtes ATM. Un émetteur SONET 34 crée alors une trame SONET et insère les cellules dans cette trame pour la production d'un courant SONET STS-48c.
20 Un convertisseur électrooptique 36 transforme le signal électrique en un signal optique qui est diffusé dans la liaison sortante à fibre.

Un circuit 38 de commande interroge l'état des circuits émetteur-récepteur SONET 22, 34 et programme une table de
25 traduction de format ATM-commutation. Le circuit de commande est connecté à l'organe de commande à l'intérieur du commutateur par l'intermédiaire d'un bus 40 d'organe de commande.

Plus précisément, l'émetteur-récepteur optique 20, 36 transforme les signaux optiques OC-48c en signaux électriques compatibles avec une logique à couplage émetteur
30 (ECL). Le circuit émetteur-récepteur SONET 22, 34 transforme le courant de données SONET STS-48C en courant de cellules ATM. Le circuit effectue toutes les opérations de création et de traitement de synchronisation de bits, de synchronisation de trames et d'exploitation SONET. Le convertisseur
35 ATM-commutation 24 transforme les en-têtes des cellules ATM (à la fois au format d'interface utilisateur-réseau et au

format d'interface réseau-réseau) en en-têtes au format de commutation. Le convertisseur répartit aussi le trafic suivant les priorités multiples afin que la qualité de service (QoS) soit assurée pour la synchronisation du trafic critique.

5 Le convertisseur commutation-ATM 32 transforme les en-têtes au format de commutation en en-têtes de cellules ATM (formats d'interface utilisateur-réseau et d'interface réseau-réseau). Le convertisseur répartit aussi le trafic en
10 plusieurs priorités afin que la synchronisation du trafic primordial conserve la qualité de service QoS. Le répartiteur 26 vérifie l'identificateur de connexion contenu dans l'en-tête de commutation. Lorsqu'une cellule provient d'une connexion qui est répartie entre plusieurs trajets,
15 elle place un numéro de séquence (pour cette connexion) et l'identificateur de connexion et achemine la cellule vers la voie du tissu d'après les deux bits inférieurs contenus dans le numéro de séquence. Lorsque la cellule ne provient pas d'une connexion répartie, elle est simplement acheminée vers
20 la voie du tissu qui correspond aux deux bits inférieurs de l'identificateur de connexion.

Si une contre-pression est appliquée au module d'interface de ligne par l'une des voies du tissu à laquelle elle est connectée, le répartiteur arrête la circulation des
25 cellules par toutes les voies du tissu pour réduire au minimum les retards relatifs dans les trajets des connexions réparties.

Le circuit 30 de commande de séquence vérifie l'identificateur de connexion contenu dans l'en-tête de commutation.
30 Si une cellule provient d'une connexion qui est répartie entre plusieurs trajets, elle est acheminée vers un circuit de rétablissement de séquence, et dans le cas contraire, la cellule est transmise directement à la sortie. Un circuit de rétablissement de séquence utilise les numéros de séquence
35 des en-têtes de commutation pour regrouper les cellules provenant des voies du tissu afin qu'elles quittent dans

l'ordre dans lequel les numéros de séquence leur ont été affectés.

La figure 7 est un diagramme synoptique plus détaillé du répartiteur 26. Lorsque le tissu est congestionné soit
5 par un trafic provenant du module d'interface de ligne à 2,488 Gb/s soit par d'autres voies, une contre-pression est appliquée aux voies sélectionnées pour réduire la fréquence de sortie des cellules à la fréquence à laquelle le tissu peut les accepter. Le module d'interface de ligne à
10 2,488 Gb/s comporte quatre voies de sortie et les fréquences de sortie des quatre voies sont de préférence réduites lorsque le tissu applique une contre-pression destinée à réduire le retard différentiel parmi les quatre trajets utilisés pour la connexion répartie. Lorsque le tissu
15 applique une contre-pression au répartiteur, il peut appliquer la contre-pression indépendamment à une ou plusieurs des quatre voies du tissu. Dans le premier cas, la contre-pression ne s'applique qu'à la voie de sortie du répartiteur qui alimente la voie du tissu assurant l'excitation. Dans
20 une variante, la contre-pression arrête le trafic qui sort par les quatre voies de sortie du répartiteur. Cependant, l'arrêt de tout signal de sortie du répartiteur lorsqu'une seule voie seulement du tissu excite la contre-pression réduit le retard différentiel entre les trajets pour les
25 connexions réparties, et réduit à la fois les circuits tampons nécessaires dans l'organe de commande de séquence et la longueur des numéros de séquence, tout en permettant un transfert continu des données de connexions non réparties à moins que le circuit tampon du répartiteur ne soit plein.

30 On considère maintenant la figure 7 ; un organe 46 de séparation d'en-tête reçoit des cellules ATM à raison de $5,87.10^6$ cellules par seconde et il sépare les en-têtes de cellules des charges payantes des cellules ATM. Les en-têtes ATM (réduits de la commande d'erreur d'en-tête ou HEC) sont
35 transmis à un bloc 48 de traduction d'adresse, et les charges payantes ATM sont alors transmises à un bloc 50 de regroupement d'en-têtes.

Le bloc 48 traduit l'en-tête (moins HEC) en une étiquette de routage de commutation. L'étiquette identifie les connexions qui sont réparties et affecte un numéro de séquence comme partie la moins significative de l'identificateur de connexion (CONNID). Les deux bits inférieurs de l'identificateur CONNID identifient la voie du tissu qui reçoit la cellule.

L'organe 50 de regroupement d'en-tête regroupe la charge payante d'une cellule et l'étiquette de routage à un format de cellule pour le tissu. Une unité 52 de validation permet l'entrée dans l'un des circuits tampons de file 54 énumérés par les deux bits les moins significatifs de l'identificateur CONNID. Les circuits tampons 54 conservent les cellules qui sont dirigées vers une voie déterminée du tissu. Les circuits tampons doivent pouvoir conserver de courtes salves de trafic à la fréquence HEC 48 destinée à la voie du tissu.

Un générateur 56 d'horloge commande la sortie des cellules des circuits tampons vers le tissu. La fréquence d'horloge doit être la fréquence maximale que peut traiter le tissu pour permettre au circuit tampon 54 de gérer de courtes salves de trafic OC-48c.

Une porte OU 58 combine tous les signaux de contre-pression provenant du tissu en un seul signal de validation d'horloge. En conséquence, toutes les voies sont étranglées par un signal de contre-pression provenant d'une voie du tissu.

La figure 8 est un diagramme synoptique plus détaillé de l'organe 30 de commande de séquence de la figure 6. Normalement, une unité LIM possède un circuit tampon élastique placé entre la voie de sortie du tissu et la voie physique de sortie. Lorsque le circuit tampon est presque plein, l'unité LIM excite une contre-pression vers la voie du tissu pour ralentir le transfert des cellules vers le circuit tampon de sortie qui peut les recevoir. Dans le cas d'une unité LIM à 2,488 Gb/s, quatre voies de sortie sont alimentées, mais il est préférable de permettre à chacune

des voies d'entrée de l'unité LIM d'exciter indépendamment la contre-pression. Lorsque le circuit de regroupement applique une contre-pression au tissu, il doit appliquer la contre-pression uniquement à la voie du tissu destinée au circuit tampon de l'organe de regroupement pour le trajet qui est complet. Dans le cas où un seul remplissage de circuit tampon de sortie se produit lorsqu'un seul trajet présente un retard bien inférieur à celui des autres trajets, le ralentissement du trajet unique réduit le retard relatif entre les trajets du tissu alors que la réduction des autres trajets ne fait qu'augmenter la congestion et le retard résultant.

Sur la figure 8, quatre répartiteurs 60 d'en-tête sont associés aux voies 0-3 du tissu. Le répartiteur d'en-tête sépare une étiquette de routage de la charge payante de la cellule et achemine l'étiquette de routage et le pointeur de la charge payante vers un bloc 62 de traduction d'en-tête. Le répartiteur 60 conserve la charge payante dans une mémoire 64 de charge payante.

L'organe 62 de traduction d'en-tête traduit l'identificateur de connexion contenu dans l'étiquette de routage en en-tête ATM (moins HEC). L'organe de traduction d'en-tête détermine aussi si une cellule provient d'une connexion répartie et, si la réponse est positive, transmet l'en-tête ATM, le pointeur sur la charge payante et le numéro de séquence à un organe 66 de retenue de cellule. Si la cellule ne provient pas d'une connexion répartie, l'organe de traduction d'en-tête transfère l'en-tête ATM et le pointeur de la charge payante à une unité de multiplexage MUX 68.

L'organe 66 de retenue de cellule comporte un organe de retenue des cellules ATM et un pointeur de charge payante jusqu'à ce que le numéro convenable de séquence soit prêt pour la transmission. Lorsqu'une cellule est prête à être transmise, l'organe de retenue de cellule transfère l'en-tête ATM (moins HEC) et le pointeur de charge payante au multiplexeur 68.

Le multiplexeur 68 multiplexe le courant des en-têtes ATM et des pointeurs de charge payante provenant des connexions réparties et non réparties avec un schéma de priorité. Le multiplexeur 68 transfère les en-têtes ATM et les pointeurs de charge payante aux circuits tampons 70 de file qui donnent une file à priorités multiples.

L'unité 72 de regroupement d'en-tête lit l'en-tête ATM et le pointeur de charge payante dans le circuit tampon de file 70 et lit la charge payante dans la mémoire 64 de charge payante qui peut contenir au moins deux mille cellules de charge payante. La cellule complète est alors transmise par l'unité 72 de regroupement d'en-tête à une unité 74 de multiplexage de cellule qui multiplexe les cellules des quatre voies en un seul courant destiné à être transmis au bloc SONET plus en aval.

L'unité de commande 76 forme l'interface entre le circuit d'organe de commande de séquence et l'organe 6 de commande de commutation, et une unité 78 de commande de séquence coordonne la libération des cellules de l'organe de retenue de cellule, comme décrit en référence à la figure 9.

On se réfère maintenant à la figure 9 qui représente un organe 66 de retenue de cellule sous forme d'un schéma plus détaillé. Une unité 80 d'insertion de cellule transforme un en-tête ATM en un identificateur de connexion CONNID. L'unité regroupe l'en-tête ATM et le pointeur de charge payante (PPTR) sous forme d'une seule entité de données (64 bits) et place l'entité dans la tranche suivante dans une première table 81, appelée T1, qui est aussi désignée par la référence HPTR. L'unité de cellule détermine alors l'entrée suivante dans une mémoire 82 pour cet identificateur de connexion et insère cette entité HPTR et le numéro de séquence (SQN) dans cette tranche.

La mémoire 82, appelée M1, est une mémoire complexe qui conserve la liste des cellules reçues par l'organe de retenue de cellule dans l'ordre dans lequel elles ont été reçues et qui conserve aussi le numéro SQN.

La table T1, désignée par la référence 81, est une table utilisée pour contenir l'en-tête ATM et le pointeur de charge payante pour la cellule jusqu'à ce que la sortie soit prête à recevoir la cellule.

5 Une unité (CT) de test de cellule 83 fonctionne cycliquement avec l'identificateur de connexion (CONNID) dans une table T2 portant la référence 84 qui teste le numéro SQN conservé pour le comparer à un numéro SQN de la cellule de tête pour cette connexion. S'il existe un accord, l'identificateur CONNID, le numéro SQN et l'entité HPTR de cette
10 cellule sont transmis à une unité 85 à file et l'entrée de cellule correspondante dans la mémoire 82 est supprimée. Lorsqu'aucun accord n'est constaté, le test de la cellule passe à la cellule suivante. La table T2 conserve le numéro
15 suivant de séquence prévu pour la voie déterminée par un identificateur de connexion.

L'unité 85 contient les valeurs [CID, SQN] et HPTR créées par le bloc CT 83 jusqu'à ce qu'une unité 86 de transmission de cellule (CS) soit prête pour elle, car le
20 test 83 de cellule peut parfois être plus rapide que l'unité 86 de transmission de cellule. L'unité 86 prélève l'entité HPTR dans l'unité 85 et lit l'en-tête ATMH et le pointeur PPTR à cet emplacement. L'identificateur CONNID et le numéro SQN sont transmis à l'unité de commande de séquence 78 et
25 signifient que la cellule est passée dans l'organe de retenue et transmettent le pointeur PPTR et l'en-tête ATMH au bloc de multiplexage 68 (figure 8).

Comme décrit en référence à la figure 8, l'organe 78 de commande de séquence coordonne les transmissions des
30 cellules pour les organes de retenue de cellule.

L'unité décrite d'interface de ligne comprenant le multiplexeur-multiplexeur inverse forme une interface de commutation entre le réseau à large bande et grande vitesse, tel que SONET, et un réseau ATM à plus faible largeur de
35 bande par transformation des trames SONET en format de cellules ATM, puis par répartition des cellules ATM dans le réseau ATM à plus faible vitesse. Les cellules transmises à

partir du réseau sont alors transformées en séquence convenable pour la conversion des trames SONET afin de revenir au réseau à plus grande largeur de bande et à grande vitesse. Bien qu'on ait décrit l'invention en référence à un mode de réalisation particulier, la description s'applique aussi à des réseaux autres que SONET et ATM, et l'invention s'applique à d'autres largeurs de bande et d'autres fréquences porteuses.

Il est bien entendu que l'invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et qu'on pourra apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDICATIONS

1. Unité d'interface de ligne destinée à former une interface pour un premier courant de données à un premier format et à une première fréquence porteuse transmis à plusieurs voies d'un tissu de commutation à un second format et à une seconde fréquence porteuse, la seconde fréquence porteuse étant une fraction de la première fréquence porteuse, l'unité étant caractérisée en ce qu'elle comprend :
- un premier convertisseur (24) de format destiné à convertir des paquets de données à la première fréquence porteuse et au premier format en paquets de données au second format,
 - un premier convertisseur de commutation destiné à transformer les en-têtes de paquets de données au second format en en-têtes au format de commutation,
 - un répartiteur (60) destiné à recevoir les paquets de données du convertisseur de commutation et à acheminer les paquets de données de l'une de plusieurs voies de tissu en fonction d'un identificateur de connexion contenu dans l'en-tête de format de commutation, les paquets de données acheminés vers l'une de plusieurs voies du tissu étant à la seconde fréquence porteuse,
 - un organe (30) de commande de séquence destiné à recevoir des paquets de données de plusieurs voies du tissu à la seconde fréquence porteuse, et comprenant un circuit de rétablissement de séquence des paquets de données répartis reçus de plusieurs voies du tissu,
 - un second convertisseur de commutation destiné à transformer les en-têtes de paquets de données reçus de l'organe (30) de commande de séquence en en-têtes de paquets de données au second format, et
 - un second convertisseur de format destiné à recevoir et transformer les paquets de données du second convertisseur de commutation à la seconde fréquence porteuse en paquets de données au premier format et à la première fréquence porteuse.

2. Unité selon la revendication 1, caractérisée en ce que le premier convertisseur de commutation divise les paquets de données en priorités multiples en fonction des en-têtes des paquets de données.

5 3. Unité selon la revendication 1, caractérisée en ce que le répartiteur (60) comporte :

une unité de séparation d'en-tête destinée à recevoir des paquets de données du premier convertisseur (24) de format et à séparer les en-têtes des paquets de données des charges payantes des paquets de données,

10 une unité de traduction d'adresse destinée à traduire les en-têtes des paquets de données provenant de l'unité de séparation d'en-tête en étiquettes de routage de commutation et à identifier des connexions de paquets de données qui sont réparties et à affecter un numéro de séquence comme

15 partie d'identificateur de connexion (CONNID),
une unité de regroupement d'en-tête destinée à recevoir et regrouper les charges payantes de paquets de données provenant de l'unité de séparation d'en-tête et les étiquettes de routage provenant de l'unité de traduction

20 d'adresse,
plusieurs circuits tampons (54) destinés aux voies du tissu et connectés pour la réception des charges payantes des paquets de données regroupés et des étiquettes de routage provenant de l'unité de regroupement d'en-tête, et

25 une unité de validation commandée par l'unité de traduction d'adresse et destinée à autoriser une entrée de l'un de plusieurs circuits tampons (54) en fonction d'une identification de connexion.

30 4. Unité selon la revendication 3, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un générateur d'horloge couplé aux circuits tampons (54) et destiné à commander la transmission des signaux de sortie des circuits tampons (54).

35 5. Unité selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif à porte destiné à recevoir des signaux de contre-pression du tissu et en conséquence à commander le générateur d'horloge.

6. Unité selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'organe (30) de commande de séquence comprend :

plusieurs unités de séparation d'en-tête associées chacune à une voie du tissu pour la séparation d'une étiquette de routage d'une charge payante d'un paquet de données,

une unité de traduction d'en-tête pour chaque unité de séparation d'en-tête pour la traduction d'une identification de connexion (CONNID) en un en-tête à un second format et à déterminer si un paquet de données provient d'une connexion répartie,

un organe (66) de retenue de paquets de données destiné à recevoir, depuis l'unité de traduction d'en-tête, et à retenir un en-tête de paquet de données et un pointeur de charge payante jusqu'à ce qu'un numéro convenable de séquence soit reçu pour la transmission,

une unité (68) de multiplexage destinée à multiplexer un courant d'en-têtes de charge payante provenant de l'unité de traduction d'en-tête en réponse à des pointeurs de charge payante provenant de l'organe (66) de retenue de paquets de données,

un circuit tampon (54) destiné à mémoriser une file d'en-têtes de paquets de données et de pointeurs de charge payante provenant de l'unité (68) de multiplexage,

une mémoire de charge payante provenant de chaque unité de séparation d'en-tête pour la mémorisation des charges payantes des paquets de données,

une unité de regroupement d'en-tête associée à chaque mémoire de charge payante et destinée à lire un en-tête et un pointeur dans le circuit tampon (54), et une charge payante du circuit tampon (54) de charge payante puis à transmettre un paquet de données complet à une unité (68) de multiplexage de paquets de données,

une unité (68) de multiplexage de paquets de données destinée à recevoir et multiplexer des paquets de données complets des unités de regroupement d'en-tête pour chaque

voie du tissu avant transmission au second convertisseur de format, et

un organe (30) de commande de séquence couplé à chaque organe (66) de retenue de paquets de données et coordonnant
5 la transmission des paquets de données.

7. Unité selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'organe (66) de retenue de paquets de données comprend :

une unité d'insertion de cellule destinée à transformer
10 un en-tête de paquet de données en une identification de connexion (CONNID),

une première mémoire destinée à conserver une liste de paquets de données reçus par l'organe (66) de retenue de paquets de données dans l'ordre de réception et à mémoriser
15 les numéros de séquence,

une première table (T1) couplée à l'unité d'insertion de cellule pour la retenue d'un en-tête de charge payante et d'un pointeur pour un paquet de données,

une seconde table destinée à mémoriser un numéro
20 suivant de séquence attendu d'une voie par l'identification de connexion,

une unité de test de cellule couplée à la seconde table et à la première mémoire afin qu'elle traite cycliquement les identifications de connexions de la seconde table et
25 qu'elle teste les numéros de séquence par comparaison au numéro de séquence du premier paquet de données pour la connexion et, en cas d'accord, destinée à transmettre un circuit tampon (54) d'identification de la connexion, le numéro de séquence et l'en-tête et le pointeur pour un
30 paquet de données,

un circuit tampon (54) destiné à recevoir, de l'unité de test de cellule, une identification de connexion, un numéro de séquence, et un en-tête et un pointeur pour un paquet de données, et

35 une unité de transfert de paquet de données couplée au circuit tampon (54) et à la première table (T1) et utilisant l'en-tête et le paquet dans le circuit tampon (54) pour la

lecture d'un en-tête de paquet de données et d'un pointeur de charge payante de la première table (T1), et destinée à transmettre à l'organe (30) de commande de séquence l'identification de la connexion et le numéro de séquence, et à
5 transmettre à l'unité (68) de multiplexage de paquets de données le pointeur de charge payante et l'en-tête.

8. Unité selon la revendication 7, caractérisée en ce que le courant de données au premier format est un format optique synchrone (SONET) et le courant de données au second
10 format est un format en mode de transfert asynchrone (ATM).

9. Unité selon la revendication 8, caractérisée en ce que le courant de données SONET a une fréquence porteuse de 2,488 Gb/s et le courant de données ATM a une fréquence de porteuse de 622 Mb/s.

10. Unité selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un convertisseur (20, 36) de signaux optiques en signaux électriques destiné à transformer un premier courant de données optiques en un premier courant de données électriques pour le premier convertisseur
15 (24) de format, et un convertisseur de signaux électriques en signaux optiques destiné à transformer un premier courant de données électriques du second convertisseur de format en un premier courant de données optiques.

11. Unité selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'organe (30) de commande de séquence comprend :

plusieurs unités de séparation d'en-tête, associées chacune à une voie du tissu pour la séparation d'une étiquette de routage d'une charge payante de paquet de données,
une unité de traduction d'en-tête pour chaque unité de
20 séparation d'en-tête, destinée à traduire une identification de connexion (CONNID) en un en-tête au second format et à déterminer si un paquet de données provient d'une connexion répartie,

un organe (66) de retenue de paquets de données destiné
35 à recevoir, de l'unité de traduction d'en-tête, et à retenir un en-tête de paquet de données et un pointeur de charge

payante jusqu'à ce qu'un numéro convenable de séquence soit reçu pour la transmission,

une unité (68) de multiplexage d'un courant d'en-têtes de charge payante provenant de l'unité de traduction d'en-tête en fonction des pointeurs de charge payante provenant
5 de l'organe (66) de retenue de paquets de données,

un circuit tampon (54) destiné à conserver une file d'en-têtes de paquets de données et de pointeurs de charge payante provenant de l'unité (68) de multiplexage,

10 une mémoire de charge payante provenant de l'unité de séparation d'en-tête et destinée à mémoriser les charges payantes des paquets de données,

une unité de regroupement d'en-tête associée à chaque mémoire de charge payante et destinée à lire un en-tête et
15 un pointeur dans le circuit tampon (54), et une charge payante du circuit tampon (54) de charge payante, puis à transmettre un paquet de données complet à une unité (68) de multiplexage de paquets de données,

une unité (68) de multiplexage de paquets de données
20 destinée à recevoir et multiplexer des paquets de données complets provenant des unités de regroupement d'en-tête pour chaque voie du tissu avant transmission au second convertisseur de format, et

un organe (30) de commande de séquence couplé à chaque
25 organe (66) de retenue de paquets de données et destiné à coordonner la libération des paquets de données.

12. Unité selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'organe (66) de retenue de paquets de données comprend :

30 une unité d'insertion de cellule destinée à transformer un en-tête de paquet de données en une identification de connexion (CONNID),

une première mémoire destinée à conserver une liste des paquets de données reçus par l'organe (66) de retenue de
35 paquets de données dans l'ordre de réception et à mémoriser des numéros de séquence,

une première table (T1) couplée à l'unité d'insertion de cellule et destinée à retenir un en-tête de charge payante et un pointeur pour un paquet de données,

5 une seconde table destinée à conserver un numéro suivant de séquence prévu à partir d'une voie par l'identification de connexion,

10 une unité de test de cellule couplée à la seconde table et à la première mémoire pour le traitement cyclique par les identifications de connexions de la seconde table et destinée à tester les numéros de séquence par comparaison au numéro de séquence du paquet de données de tête pour la connexion et, en cas d'accord, à transmettre, à un circuit tampon (54) d'identification de la connexion, le numéro de séquence et l'en-tête et le pointeur d'un paquet de données,

15 un circuit tampon (54) destiné à recevoir de l'unité de test de cellule une identification de connexion, le numéro de séquence et un en-tête et un pointeur pour un paquet de données, et

20 une unité de transfert de paquet de données couplée au circuit tampon (54) et à la première table (T1), et destinée à utiliser l'en-tête et le paquet dans le circuit tampon (54) pour lire un en-tête de paquet de données et un pointeur de charge payante dans la première table (T1), pour transmettre à l'organe (30) de commande de séquence l'identification de la connexion et le numéro de séquence, et pour
25 transmettre à l'unité (68) de multiplexage de paquets de données le pointeur de charge payante et l'en-tête.

13. Unité selon la revendication 12, caractérisée en ce que le courant de données au premier format est au format
30 optique synchrone (SONET) et le courant de données au second format est au format en mode de transfert asynchrone (ATM).

14. Unité selon la revendication 13, caractérisée en ce que le courant de données SONET a une fréquence porteuse de 2,488 Gb/s et le courant de données ATM a une fréquence
35 porteuse de 622 Mb/s.

15. Unité selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un convertisseur (20, 36) de

signaux optiques en signaux électriques destiné à transformer un premier courant de données optiques en un premier courant de données électriques pour le premier convertisseur (24) de format, et un convertisseur de signaux électriques en signaux optiques destiné à transformer le premier courant de données électriques provenant du second convertisseur de format en un premier courant de données optiques.

1/5

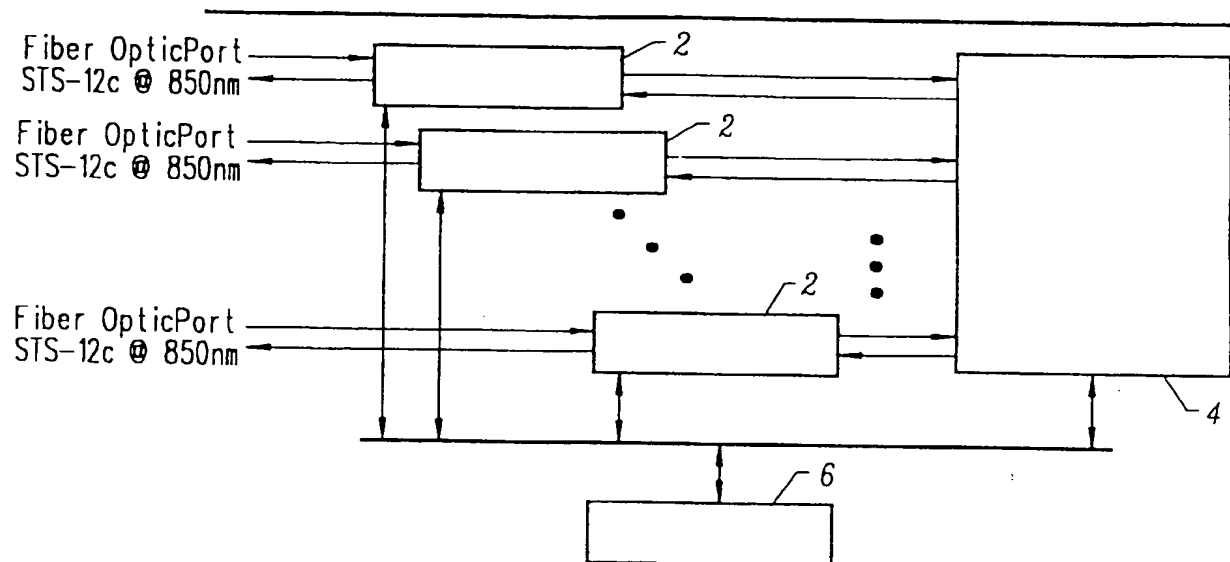


FIG. 1A

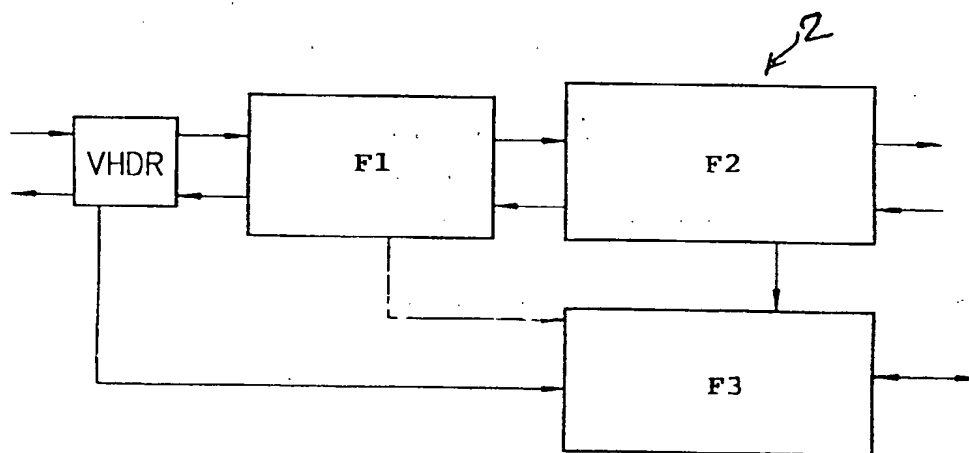


FIG. 1B

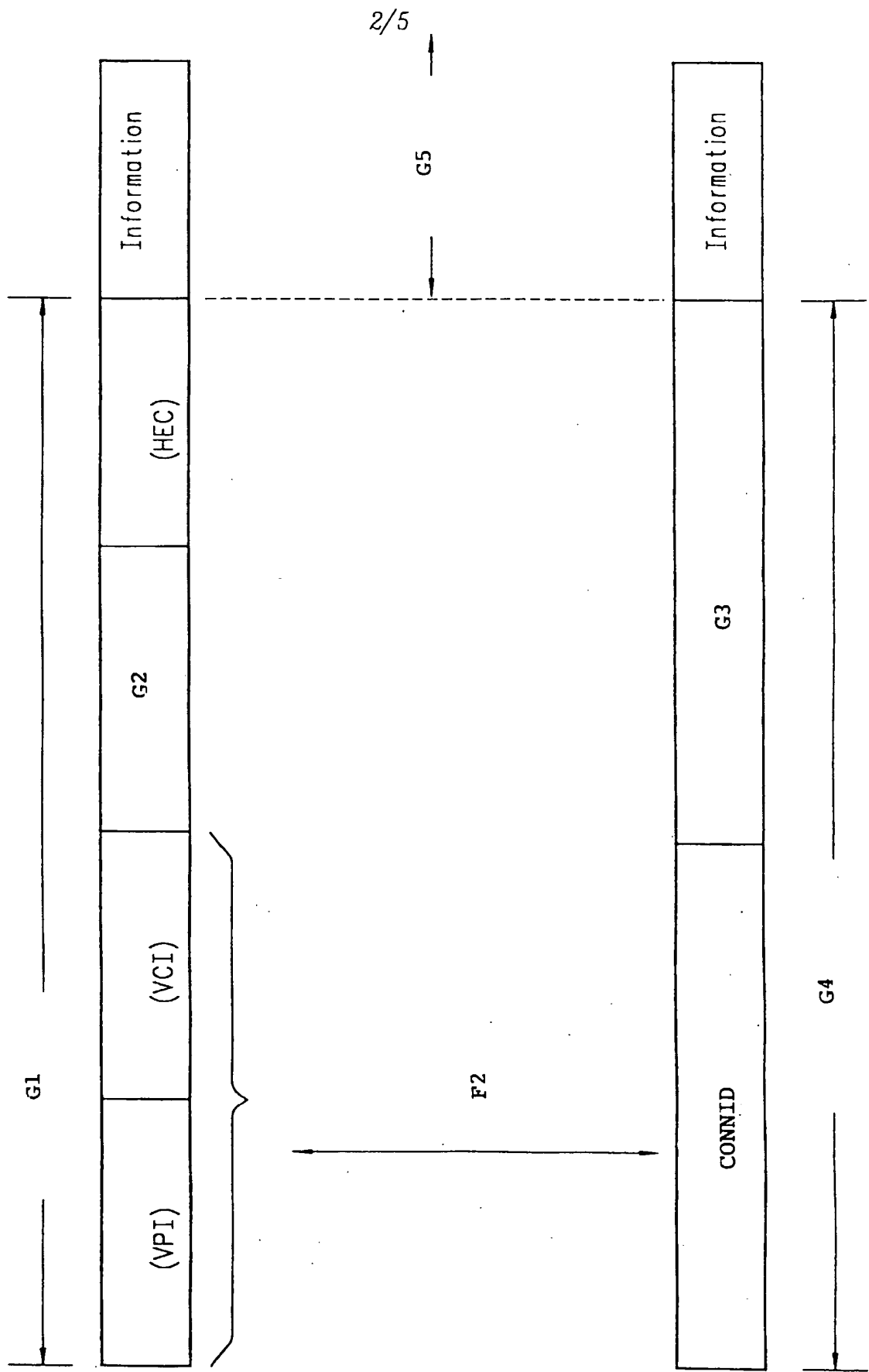


FIG. 2

3/5

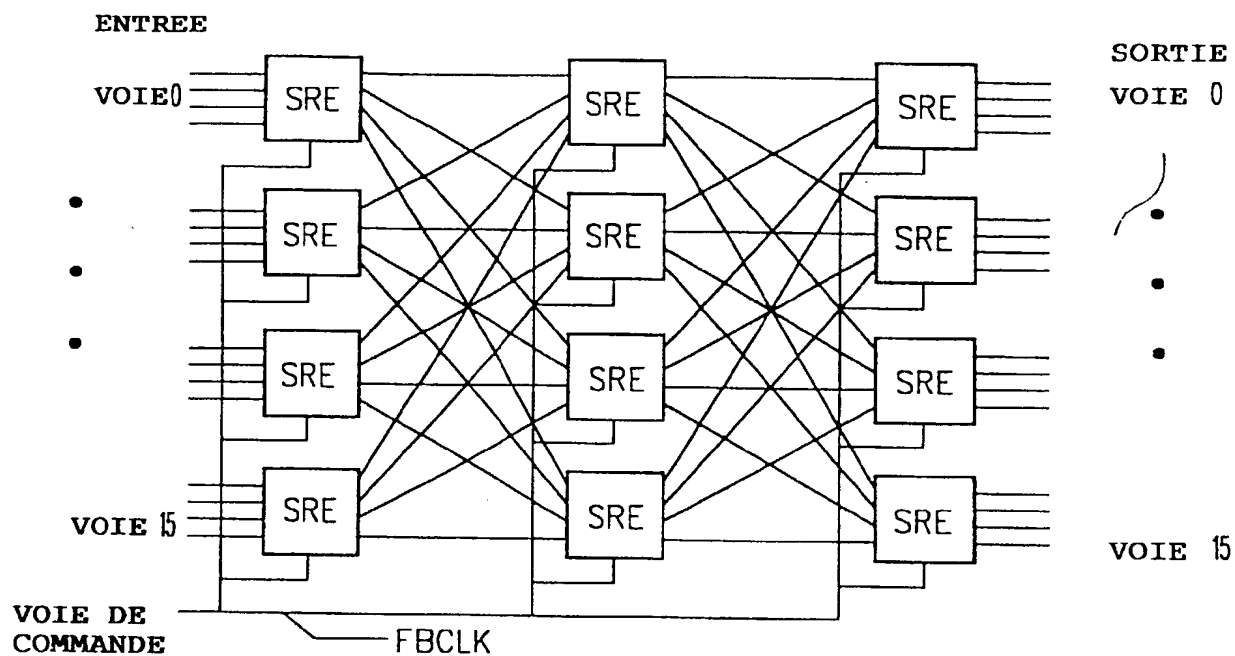


FIG. 3

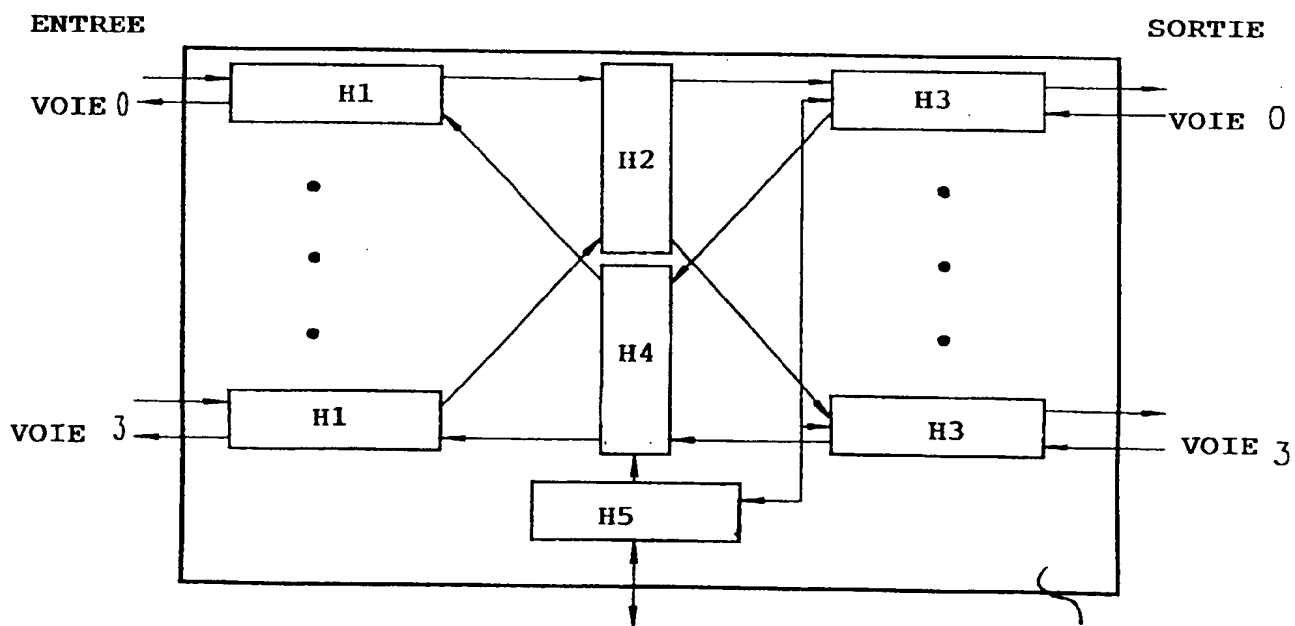
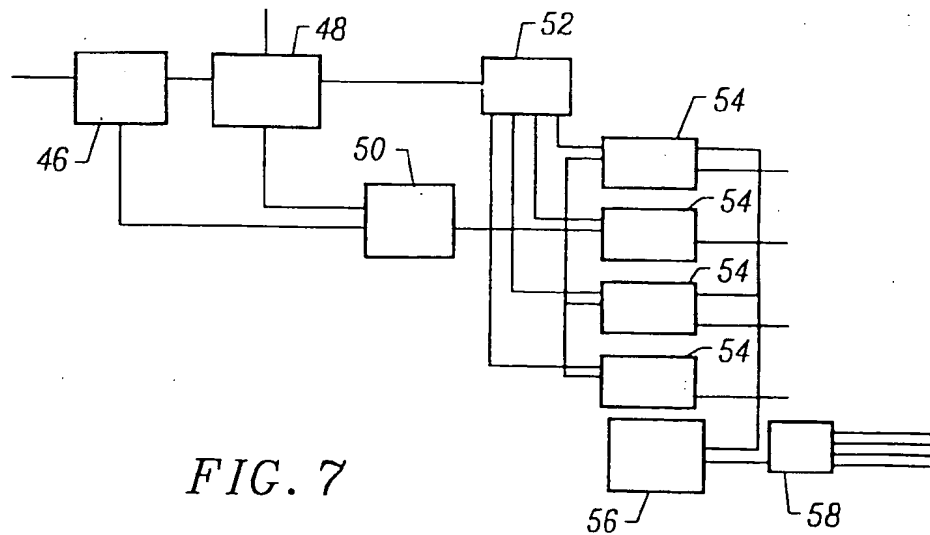
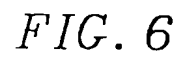
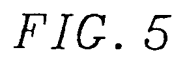


FIG. 4



5/5

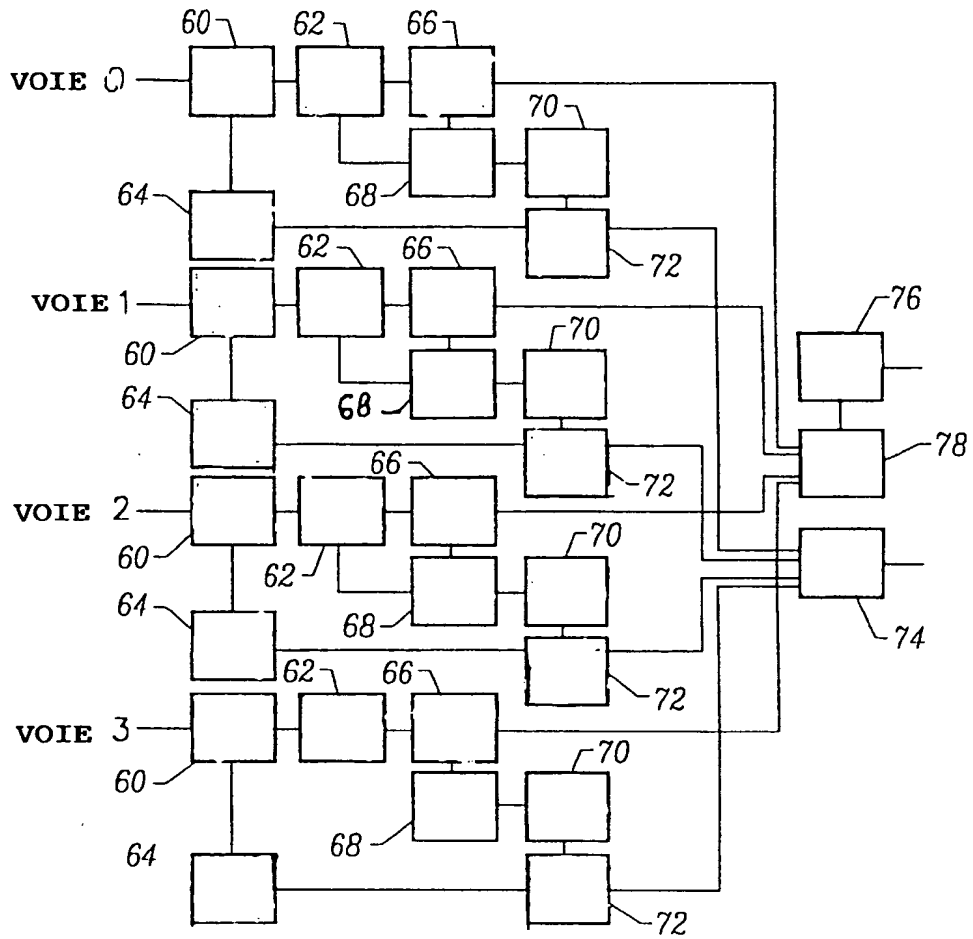


FIG. 8

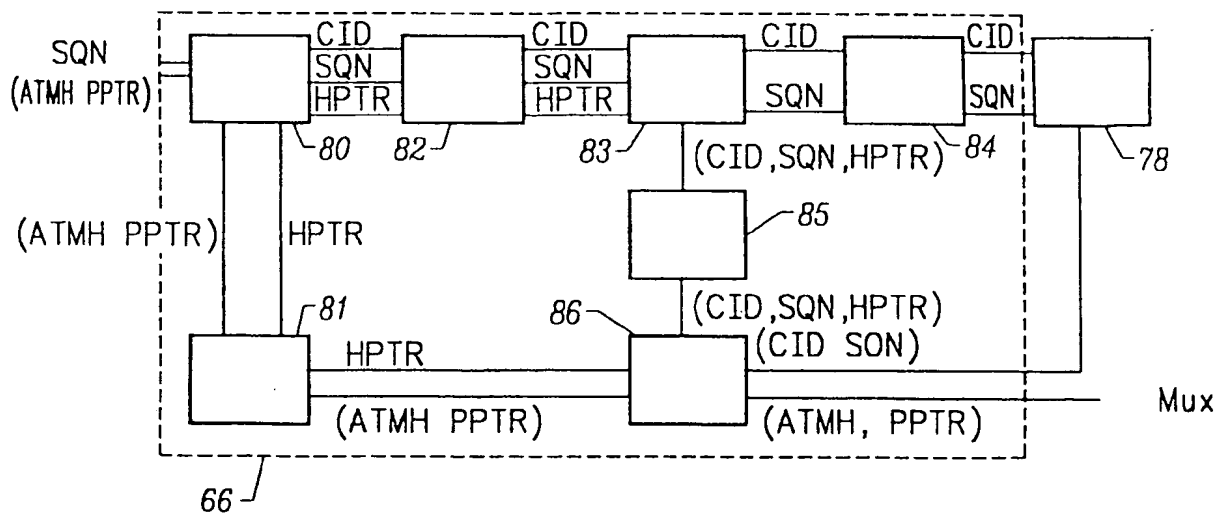


FIG. 9